

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-319708

(43)Date of publication of application : 31.10.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-124558

(22)Date of filing : 23.04.2001

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(72)Inventor : HASHIMOTO TAKUMA

SUGIMOTO MASARU

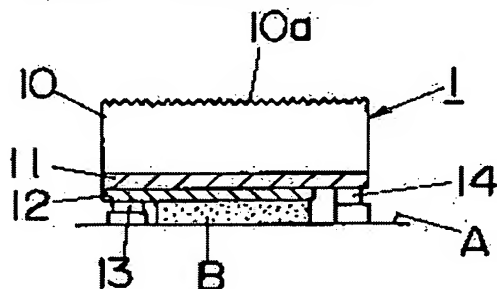
KIMURA HIDEYOSHI

SHIOHAMA EIJI

KUZUHARA KAZUNARI

TAKAMI SHIGENARI

(54) LED CHIP AND LED DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of an LED chip by accelerating light emission from the chip by suppressing the multiple reflection of emitted light in the chip.

SOLUTION: The LED chip is constituted by successively forming a gallium nitride buffer layer, an n-type semiconductor layer 11, a light emitting layer composed of a multilayered quantum well structure layer, and a p-type semiconductor layer 12 on a translucent sapphire substrate 10 and respectively forming paired electrodes 13 and 14 on the semiconductor layer 12 and on the exposed part of the n-type semiconductor layer 11 exposed by partially etching off the p-type semiconductor layer 12 and light emitting layer. On the surface of the substrate 10 opposite to the surface on which the gallium nitride layer is formed, recessed and projecting sections 10a of about 1 μm in size are formed.

- 1 LEDチップ
- 10 サファイア基板
- 10a 凹凸
- 11 n型半導体層
- 12 p型半導体層
- 13, 14 電極

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-319708
(P2002-319708A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I
H 0 1 L 33/00

キーワード (参考)
N 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-124558 (P2001-124558)

(22) 出願日 平成13年4月23日 (2001. 4. 23)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 橋本 拓磨

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 杉本 勝

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

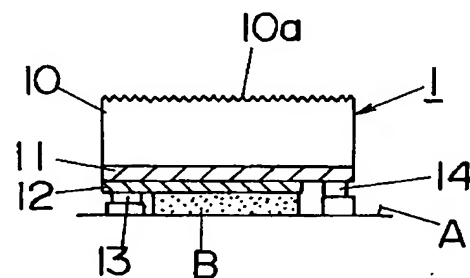
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LEDチップおよびLED装置

(57) 【要約】

【課題】 LEDチップ発光のチップ内繰り返し反射を抑制して、LEDチップからの光取り出しを促し、LEDチップの効率を向上させる。

【解決手段】 透光性のサファイア基板10上に窒化ガリウムのバッファ層を形成し、その上にn型半導体層11を形成し、その上に多層の量子井戸構造層が形成され発光層となる、その上にp型半導体層12を形成して成り、p型半導体層12の上に形成された電極13と、p型半導体層12と発光層の一部をエッチング除去して一部が露出されたn型半導体層11に形成された電極14とを組みにして有している。そして、サファイア基板10の窒化ガリウム層を形成した側の反対側の面には、1μm程度の凹凸10aが形成されている。



1 LEDチップ
10 サファイア基板
10a 凹凸
11 n型半導体層
12 p型半導体層
13, 14 電極

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性の基板結晶上にp型半導体層とn型半導体層とを形成して成り、フェースダウン状態で実装されるLEDチップであって、基板結晶の表面に凹凸が設けられていることを特徴とするLEDチップ。

【請求項2】 基板結晶の側面は斜めにカットされ、その側面の部分は鏡面になっていることを特徴とする請求項1記載のLEDチップ。

【請求項3】 請求項1記載のLEDチップを含み、この周囲に光波長変換機能を有する物質を配置して成ることを特徴とするLED装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化ガリウム系LED（発光ダイオード）のように、透光性の基板結晶上にp型半導体層とn型半導体層とを形成しており、フェースダウン状態で実装されるLEDチップおよびこれを含むLED装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5にこの種のLEDチップの構造図を示す。ただし、図5（a）は基板にフェースダウン状態で実装されたLEDチップの断面図、（b）はLEDチップを表面から見た図、（c）は（b）に対応する側面から見た断面図である。

【0003】窒化ガリウム系（InGa_Nなど）のLEDチップ1PAは、一般的に図5に示す構造をしている。透光性のサファイア基板10PA上に窒化ガリウムのバッファ層が形成され、その上にn型半導体（窒化ガリウム）層11、その上に多層の量子井戸構造層が形成され発光層となる、その上にp型半導体（窒化ガリウム）層12が形成される。場合によってはその上に発光取り出し率向上のためのキャップ層が形成されることがある。なお、図5（a）中のAは実装基板であり、Bは充填剤である。

【0004】p型半導体層12の上にはp側の電極13が形成される。一方、基板（10PA）として用いるサファイアには導電性がないため、p型半導体層12と発光層の一部をエッチング除去して、n型半導体層11の一部を露出させ、その上にn側の電極14が形成される。従って、窒化ガリウム系のLEDチップ1PAは、窒化ガリウム層形成面側に、p、n側に電極13、14がそれぞれ存在する構造になるのが一般的である。

【0005】電極13、14については、ワイヤボンディングに適した面積を持った丸または四角の形状で、p側、n側の電極を各1つ組みにして形成されるのが通常である。また、一般的な窒化ガリウム系のLEDチップは、そのチップサイズが300μm□×70μm厚であり、チップ自身の面積は従来のLEDチップと同様に小型である。

【0006】窒化ガリウム系のLEDチップを光源装置

に実装する場合は、LEDチップの窒化ガリウム層形成面を光源装置基板とは逆の方向に向けて、フェースアップでダイボンディングを行った後に、ワイヤボンディングによってp側、n側のそれぞれの電極と光源装置の配線とを接続することになる。

【0007】この実装形態では、LEDチップの発熱部が窒化ガリウム層であるので、熱はサファイア基板10PAを通じて外部に放出される。LEDチップの製造工程においては、強度の関係からより厚いサファイア基板を用いて窒化ガリウム層が形成されるが、放熱を良くするために、LEDチップを個々に切り出す前の段階において、サファイア基板のバックポリッシュ（裏面研磨）を行い、70μmの厚さにまで削る工程が設けられる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のLEDチップの構造では、窒化ガリウムの発光層で発生した発光は次の経路で外部へと取り出される。

【0009】発光の一部が発光層からp型半導体層を通じてLEDチップの最上面に当たるキャップ層へと導かれる。キャップ層に入った光のうちで進入角が完全反射条件を満たさない光は、そのままLEDチップの表面から外部へと取り出される。完全反射条件を満たす光は、下側に反射されてLEDチップの基板へと進み、一部はキャップ層の下面で反射されキャップ層内を繰り返し反射しながらチップの横方向へと進んでいく。キャップ層の側面まで達した光は、その一部が側面端部から外部へと取り出される。

【0010】一方、発光層からn型層を通じてLED基板側へと導かれる発光もある。LED基板は透明なサファイアからなっているため、発光はサファイア基板内を進行し、基板下面へと到達する。基板下面において完全反射条件を満たさない光は、そのままLEDチップの下面から外部へと取り出され、ダイボンディング樹脂内を通過し、LEDチップを実装している光源装置基板によって反射されて、再びLEDチップ内を上方へと進行し、キャップ層を通じて外部へと取り出される。完全反射条件を満たす光は、上側に反射されLEDチップの基板の上面で一部が反射され、サファイア基板内を繰り返し反射しながらサファイア基板端部に到達した時点で、一部が外部へと取り出される。

【0011】しかしながら、従来のLEDチップ構造では、界面において完全反射条件を満たす光は、LEDチップ内部を繰り返し反射しながら進行するため、その度に反射率分のロスとなって消失していく。LEDチップが互いに平行な面から構成されているため、完全反射条件の光は1方の界面で反射されると、向かい合う界面においても完全反射条件となり、再び反射されることになる。

【0012】LEDチップの効率（外部量子効率）を向上させるには、LEDチップ内で完全反射を繰り返す光

成分を抑えることが必要である。

【0013】本発明は上記問題を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、LEDチップ発光のチップ内繰り返し反射を抑制して、LEDチップからの光取り出しを促し、LEDチップの効率（外部量子効率）を向上させることができるLEDチップおよびLED装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項1記載の発明は、透光性の基板結晶上にp型半導体層とn型半導体層とを形成して成り、フェースダウン状態で実装されるLEDチップであって、基板結晶の表面に凹凸が設けられていることを特徴とする。

【0015】請求項2記載の発明は、請求項1記載のLEDチップにおいて、基板結晶の側面は斜めにカットされ、その側面の部分は鏡面になっていることを特徴とする。

【0016】請求項3記載の発明のLED装置は、請求項1記載のLEDチップを含み、この周囲に光波長変換機能を有する物質を配置して成ることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）図1は本発明に係る第1実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【0018】第1実施形態のLEDチップ1は、図5に示したLEDチップと同様の窒化ガリウム系のものである。LEDチップ1の外寸法は $300\mu\text{m}\square\times 70\mu\text{m}$ 厚であり、LEDチップ1の窒化ガリウム層の最上部は、電極13、14を除いて酸化珪素と酸化チタンによってDBR反射層を形成している。サファイア基板10の窒化ガリウム層を形成した側の反対側の面には、 $1\mu\text{m}$ 程度の凹凸10aが形成されている。ここでは、バックポリッシュの段階で、使用する研磨剤の粒度を調整することにより、凹凸10aを形成した。なお、この凹凸10aの断面形状は、三角状または四角状などでもよく、あるいは丸みを帯びた半円状などでもよい。

【0019】つまり、第1実施形態のLEDチップ1は、透光性のサファイア基板10上に窒化ガリウムのバッファ層を形成し、その上にn型半導体層11を形成し、その上に多層の量子井戸構造層が形成され発光層となる、その上にp型半導体層12を形成して成り、p型半導体層12の上に形成された電極13と、p型半導体層12と発光層の一部をエッチング除去して一部が露出されたn型半導体層11に形成された電極14とを組みにして有し、サファイア基板10の窒化ガリウム層を形成した側の反対側の面には、 $1\mu\text{m}$ 程度の凹凸10aが形成されているものである。このLEDチップ1は、図5で示した要領で、窒化ガリウム層側を下方に向けたフェースダウン状態で実装基板Aに実装され、これにより光源装置が得られる。

【0020】この光源装置においては、窒化ガリウム層

の発光部において発生した光のうち下面側に進んだ光は、DBR反射層でそのほとんどが反射され、上面側へと向かう。発光部から上面側に進んだ光は、サファイア基板10内を通過してサファイア基板10の上面部へと達する。上面部は凹凸10aが形成されているため、略完全拡散面として作用し、一部の光は外部へと取り出される。一部の光は反射されて再びサファイア基板10内を下方へとすすむが、凹凸面での反射であるので、反射方向はランダムとなる。上部凹凸面（凹凸10aが形成された面）で反射された光のうち一部はサファイア基板10の側面に到達し、側面から外部へと取り出される。上部凹凸面で反射された光のうち下面に到達したものは再びDBR反射層で上面側に反射されて、上部凹凸面から一部が外部へと取り出される。

【0021】このように、LEDチップ1をフェースダウンで実装基板Aに実装し、LEDチップ1の上面を凹凸構造としたことによって、LEDチップ内の平行面が減少し、繰り返し完全反射を行う光を抑えることができる。

【0022】（第2実施形態）図2は本発明に係る第2実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【0023】第2実施形態のLEDチップ2は、第1実施形態と同様にサファイア基板10上に形成した窒化ガリウム系のLEDであり、サファイア基板10の窒化ガリウム層形成側の反対側の面に凹凸10aを形成すると同時に、サファイア基板10の側面部にも凹凸10bを形成している。つまり、LEDチップ2は、サファイア基板10の側面部に凹凸10bをさらに形成している以外は、第1実施形態のLEDチップ1と同様の構造を有しているのである。

【0024】このLEDチップ2をフェースダウンで実装基板Aに実装することによって、上部凹凸面による平行面の減少に加えて、側部凹凸面（凹凸10bが形成された面）によってさらに平行面が減少するので、LEDチップ2内での繰り返し完全反射をさらに抑え、光の外部取り出しを向上させることができる。

【0025】（第3実施形態）図3は本発明に係る第3実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【0026】第3実施形態のLEDチップ3の窒化ガリウム層およびDBR反射層構成は第1実施形態のそれらと同じである。

【0027】断面台形状のサファイア基板30の窒化ガリウム層を形成した側と反対側の面は、 $1\mu\text{m}$ 程度の凹凸30aを形成しており、かつサファイア基板30の側面を窒化ガリウム層の面に対して60度の角度で切断した。つまり、第3実施形態のLEDチップ3は、窒化ガリウム層を形成した側と反対側の面に $1\mu\text{m}$ 程度の凹凸30aを有している断面台形状のサファイア基板30をサファイア基板10に代えて備える以外は、第1実施形態のLEDチップ1と同様である。

【0028】第3実施形態のLEDチップ3の場合、サファイア基板30の側面部が60度の角度で逆台形状になっているため、互いの側面は平行とはなっていない。従って、LEDチップ3内での繰り返し完全反射を抑え、光の外部取り出しを向上させることができる。

【0029】(第4実施形態)図4は本発明に係る第4実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【0030】第4実施形態では、第2実施形態のLEDチップ2が使用される。ただし、LEDチップ2は、青色に発光するものである。

【0031】この青色に発光するLEDチップ2は、実装基板A'の凹部内に実装される。そして、凹部内には、LEDチップ2の青色発光によって励起し黄色光を放出する蛍光体粒子を分散させたエポキシ樹脂Cが充填される。

【0032】この第4実施形態においては、LEDチップ2の上部凹凸面、側部凹凸面から効率よく光を取り出すことができるため、青色発光の外部量子効率是非常に高くなる。取り出された青色発光はその一部はそのままエポキシ樹脂C内を通過して実装基板A'の凹部から取り出されるが、一部は蛍光体によって黄色発光となって凹部から取り出される。そして、凹部から取り出された青色光と黄色光との混色によって白色光が得られる。

【0033】第4実施形態の光源装置は、従来の平坦面のサファイア基板からなり、フェースアップ実装のLED光源装置に比較して、LEDチップ2からの光取り出し効率が高く、発光部が光源装置の基板A'（の凹部底面）に近接しているため、放熱特性も高い特徴のある光源装置となる。

【0034】

【発明の効果】以上のことから明かなように、請求項1記載の発明は、透光性の基板結晶上にp型半導体層と*

* n型半導体層とを形成して成り、フェースダウン状態で実装されるLEDチップであって、基板結晶の表面に凹凸が設けられているので、従来に比べて発光効率に優れ、色むらも改善されたLEDチップを提供することができる。

【0035】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載のLEDチップにおいて、基板結晶の側面は斜めにカットされ、その側面の部分は鏡面になっているので、従来に比べて色むらが改善され、発光効率に優れたLEDチップを提供することができる。

【0036】請求項3記載の発明のLED装置は、請求項1記載のLEDチップを含み、この周囲に光波長変換機能を有する物質を配置して成るので、従来に比べて色むらが改善され、発光効率に優れたLED装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【図2】本発明に係る第2実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【図3】本発明に係る第3実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【図4】本発明に係る第4実施形態のLEDチップを示す概略図である。

【図5】従来のLEDチップの構造図である。

【符号の説明】

1, 2, 3 LEDチップ

10, 30 サファイア基板

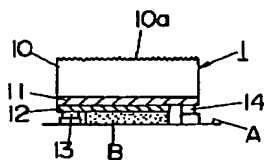
10a, 10b, 30a 凹凸

11 n型半導体層

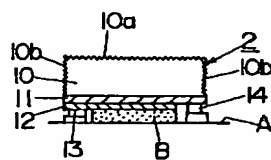
12 p型半導体層

13, 14 電極

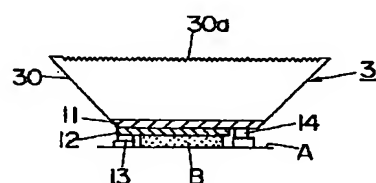
【図1】



【図2】

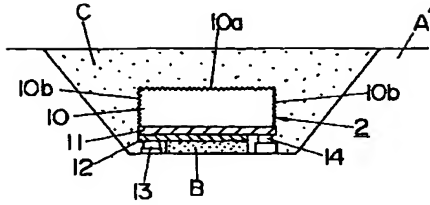


【図3】

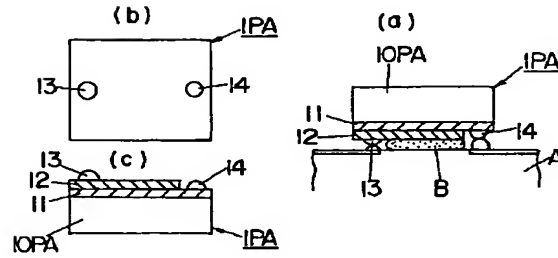


- 1 LEDチップ
- 10 サファイア基板
- 10a 凹凸
- 11 n型半導体層
- 12 p型半導体層
- 13, 14 電極

【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 秀吉
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内
(72)発明者 塩浜 英二
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 葛原 一功
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内
(72)発明者 高見 茂成
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA07 CA03 CA40 CA46 CB15
CB36 DA04 DA41 EE25